

51

Int. Cl.:

B 29 c, 25/00

BUNDESREPUBLIK DEUTSCHLAND

DEUTSCHES PATENTAMT



52

Deutsche Kl.: 39 a2, 25/00

AD

10

11

21

22

43

44

# Auslegeschrift 2 212 355

Aktenzeichen: P 22.12 355.3-16

Anmeldetag: 15. März 1972

Offenlegungstag: —

Auslegetag: 30. August 1973

Ausstellungspriorität: —

30

Unionspriorität

32

Datum: —

33

Land: —

31

Aktenzeichen: —

54

Bezeichnung:

Verfahren zum Erzeugen von hochglänzenden Oberflächen an Körpern aus thermoplastischem oder thermoelastischem Kunststoff

61

Zusatz zu: —

62

Ausscheidung aus: —

71

Anmelder:

Röhm GmbH, 6100 Darmstadt;  
Kopperschmidt, Carl W., 2000 Hamburg

Vertreter gem. § 16 PatG: —

72

Als Erfinder benannt:

Beckmann, Norbert, 6100 Darmstadt; Flechsenhaar, Gerhard,  
6101 Obermodau; Hellmann, Walter, 6101 Gundershausen;  
Schitteck, Gerhard, 2000 Hamburg

55

Für die Beurteilung der Patentfähigkeit in Betracht gezogene Druckschriften:

DT 2212355

## Patentansprüche:

1. Verfahren zum Erzeugen von hochglänzenden Oberflächen an Körpern aus thermoplastischem oder thermoelastischem Kunststoff, insbesondere aus Polymethacrylat, Polycarbonat, Polystyrol, Polyoxymethylen oder Polyamid, bei dem die zu glättende und gegebenenfalls zu formende Oberfläche mit einem über die Schmelztemperatur des Kunststoffs erhitzten Werkzeug mit glatter Oberfläche in Berührung gebracht wird, dadurch gekennzeichnet, daß die zu glättende Oberfläche mit einem über 500° C und damit wesentlich über die Schmelztemperatur des Kunststoffs erhitzten Werkzeug in Berührung gebracht wird.

2. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß das Werkzeug auf eine Temperatur zwischen 600 und 1500° C erhitzt wird.

3. Verfahren nach Anspruch 1 und 2, dadurch gekennzeichnet, daß die zu glättende und zu formende Oberfläche die Wand eines Bohrlochs ist und daß ein Werkzeug verwendet wird, das ein auf mindestens 500° C erhitzter zylindrischer oder prismatischer Körper ist, dessen Querschnitt größer als der freie Querschnitt des Bohrlochs ist.

4. Verfahren nach Ansprüche 1 bis 3, dadurch gekennzeichnet, daß ein Werkzeug mit einem Vorsprung verwendet wird, der in der zu glättenden und zu formenden Oberfläche eine Nut erzeugt.

5. Verfahren nach Ansprüche 1 bis 4, dadurch gekennzeichnet, daß ein Werkzeug aus Metall verwendet wird.

6. Verfahren nach Anspruch 5, dadurch gekennzeichnet, daß ein Werkzeug aus zunderfreiem Stahl verwendet wird.

Gegenstand der Erfindung ist ein Verfahren zum Erzeugen von hochglänzenden Oberflächen an Körpern aus thermoplastischem oder thermoelastischem Kunststoff, insbesondere aus Polymethacrylat, Polycarbonat, Polystyrol, Polyoxymethylen oder Polyamid, bei dem die zu glättende und gegebenenfalls zu formende Oberfläche mit einem wesentlich über die Schmelztemperatur des Kunststoffs erhitzten Werkzeug mit glatter Oberfläche in Berührung gebracht wird.

Durch spangebende Bearbeitung von Kunststoffen entstehen raue Oberflächen. Sie können mit Polierbändern, Schwabbeln u. dgl. unter Verwendung von Polierwachs auf Hochglanz poliert werden. Diese an sich schon zeitraubende Arbeit wird noch dadurch erschwert und verlängert, daß das polierte Werkstück von Schleifstaub und Resten des Polierwachses befreit werden muß. Diese Reinigung ist dann besonders mühsam und zeitaufwendig, wenn das Werkstück strukturierte oder schwer zugängliche Oberflächen, wie Rillen oder Bohrlöcher, aufweist. Es ist schon bekannt, die Oberfläche von Körpern aus solchen Kunststoffen, deren Schmelz- und Zersetzungstemperaturen weit auseinander liegen und die ein schmales Schmelzintervall von wenigen Tem-

peraturgraden haben, dadurch hochglänzend zu machen, daß man sie bis zum beginnenden Schmelzfluß erhitzt. Naturgemäß erfüllen nur wenige Kunststoffe, wie z. B. Polyurethane, diese Forderung, während die meisten anderen Kunststoffe, wie z. B. Methacrylath Kunststoffe, ein zu breites Schmelzintervall und infolgedessen auch keinen hinreichenden Abstand zwischen den Schmelz- und Zersetzungstemperaturen haben.

Aber auch bei den Kunststoffen, die nach dem bekannten Verfahren geglättet werden können, ist es schwierig, schwer zugängliche Oberflächen, wie Bohrlöcher oder Nuten, mit einer hochglänzenden Oberfläche zu versehen, geschweige denn an solchen Oberflächen gleichzeitig noch Formveränderungen vorzunehmen.

Der Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, an thermoplastischen oder thermoelastischen Kunststoffkörpern hochglänzende Oberflächen zu erzeugen, ohne daß es eines dem herkömmlichen Polierverfahren vergleichbaren Arbeitsaufwands und einer anschließenden Reinigung bedarf.

Diese Aufgabe wird erfindungsgemäß dadurch gelöst, daß die zu glättende Oberfläche mit einem über 500° C und damit wesentlich über die Schmelztemperatur des Kunststoffs erhitzten Werkzeug in Berührung gebracht wird.

Das Verfahren der Erfindung unterscheidet sich von dem bekannten Verfahren vor allem in der Behandlungstemperatur. Während das bekannte Verfahren das Temperaturintervall zwischen der Schmelz- und der Zersetzungstemperatur ausnutzt, liegt die Werkzeugtemperatur beim vorliegenden Verfahren weit über dem Zersetzungsbereich. Wird die Zersetzungstemperatur nur wenig überschritten, so treten erhebliche Mängel und Fehler an der Oberfläche des Werkstücks auf, wie z. B. Streifen. Es war überraschend, daß diese Fehler verschwinden, wenn man die Arbeitstemperatur noch erheblich steigert.

Das Verfahren der Erfindung dient in erster Linie dazu, raue Flächen an Kunststoffkörpern, die durch spangebende Bearbeitung, wie Sägen, Bohren, Drehen oder Fräsen, oder durch Stützen, Schneiden oder Scheren entstanden sind, hochglänzend zu machen. Die zu bearbeitenden Flächen sind daher vorwiegend die Schnittflächen von plattenförmigen oder aus Platten hergestellten Kunststoffkörpern, die Wandungen von Bohrlochern oder Nuten und Flächen von Profilen aller Art, das heißt allgemein von Flächen, die meistens wenige Millimeter breit sind, während ihre Länge unbegrenzt sein kann. Das Verfahren ist weniger geeignet, um große Flächen, z. B. die Oberflächen extrudierter Tafeln, zu glätten, wenn dies auch bei entsprechenden apparativem Aufwand nicht grundsätzlich ausgeschlossen ist.

Das Verfahren wird daher auch bevorzugt an solchen Kunststoffen angewandt, deren spangebende Bearbeitung gebräuchlich ist. Als wichtigster Kunststoff dieser Art ist Acrylglas zu nennen, worunter nicht nur reines Polymethylmethacrylat, sondern auch Mischpolymerisate des Methacrylsäuremethylesters mit anderen Comonomeren verstanden werden. Diese Comonomeren, wie z. B. Styrol,  $\alpha$ -Methylstyrol oder Vinylsuccinimid, bilden meistens nur einen geringen Anteil des Mischpolymerisats, können aber in Einzelfällen, wie z. B. Acrylnitril, mehr als die Hälfte ausmachen.

Andere Kunststoffe, die häufig spangebend be-

arbeitet werden und deshalb vorteilhaft nach dem Verfahren der Erfindung geglättet werden können, sind Polycarbonate (vor allem das Polycarbonat des Bisphenols A), Polystyrol, Mischpolymerisate des Styrols mit z. B. Acrylnitril, oder Kunststoffe aus hochkristallinen Polymeren, wie z. B. Polyoxymethylen oder Polyamide. Weiche Kunststoffe, wie z. B. Polyolefine oder Weich-PVC, sind nur bedingt zur Verarbeitung nach dem vorliegenden Verfahren geeignet. Sie ergeben weniger glatte Oberflächen, jedoch kann die Anwendung des Verfahrens dann sinnvoll sein, wenn gleichzeitig die Gestalt der Oberfläche verändert werden soll.

Allgemein ist das Verfahren auf Kunststoffe anwendbar, wenn sie in der Hitze erweichen, wobei es nicht unbedingt erforderlich ist, daß der Kunststoff thermoplastisch wird, vielmehr genügt thermoelastisches Verhalten, wie es z. B. hochmolekulares gegossenes Acrylglas aufweist.

Für die Wahl der Verfahrensbedingungen ist die Art des zu bearbeitenden Kunststoffs von Bedeutung. Kunststoffe mit hoher Zersetzungstemperatur erfordern eine höhere Werkzeugtemperatur als Kunststoffe, die sich bei niedrigen Temperaturen zersetzen. Für Acrylglas sind Temperaturen zwischen 600 und 1500° C am besten geeignet. Innerhalb dieses Bereichs kann die Temperatur um so höher gewählt werden, je kürzer die Berührungszeit und je geringer der Anpreßdruck ist. Die Vorschubgeschwindigkeit der Kunststofffläche an einer Werkzeugfläche von wenigen Millimetern Breite kann im Bereich von 1 bis 20 cm/sec liegen und beträgt vorzugsweise 2 bis 5 cm/sec. Die Anpreßkraft hängt von der Breite der gleichzeitig mit dem Werkzeug in Berührung stehenden Fläche ab. Sie beträgt bei einer nahezu linienförmigen Berührungsfläche zweckmäßig etwa 1 bis 2 Newton je Millimeter (0,1 bis 0,2 kp/mm), kann aber auch außerhalb dieses Bereichs liegen.

Das Werkzeug besteht zweckmäßigerweise aus Metall. Seine Oberfläche soll glatt sein, jedoch ist eine Hochglanzpolitur keineswegs erforderlich. Da viele Metalle, insbesondere Stähle, zur oberflächlichen Oxydation neigen, wenn sie längere Zeit Temperaturen im obengenannten Bereich an der Luft ausgesetzt sind, wird mit Vorteil ein zunderfreier Stahl als Werkzeugmaterial verwendet. Die Erhitzung auf die Arbeitstemperatur kann nach jeder geeigneten Methode erfolgen, z. B. durch elektrische Widerstandsheizung, durch Einbau eines elektrischen Heizelements oder durch Flammbheizung, wobei jedoch die Flamme den Kunststoff nicht selbst berühren soll. Sie kann z. B. im Innern eines Rohrs brennen, dessen Außenfläche als Werkzeug dient.

In den meisten Fällen ist ein zylindrisches Werkzeug gut geeignet. Man kann ein solches Werkzeug z. B. so an einer Säge anordnen, daß die Kunststoffschnittfläche unmittelbar hinter dem Sägeblatt geglättet wird. Ein gleichmäßiger maschineller Vorschub ist wünschenswert, um eine durchlaufend glatte Fläche zu erzeugen.

Ein besonderer Vorteil des Verfahrens liegt in der Möglichkeit, zugleich mit der Glättung eine Formänderung der Kunststoffoberfläche zu bewirken. Wenn die Werkzeugfläche einen Vorsprung aufweist, so hinterläßt dieser in der vorbeigleitenden Kunststofffläche eine entsprechende Nut. Die Ausbildung einer solchen Nut wird zwar — vor allem bei großem Querschnitt — erleichtert, wenn die Nut vorher

ausgefräst ist. Bei feinen oder flachen Nuten ist dies jedoch nicht erforderlich. Mit einem geeignet geformten Werkzeug kann aus einer ebenen oder gegebenenfalls grob vorgefrästen Kunststofffläche das gewünschte Profil mit hochglänzender Oberfläche in einem einzigen Arbeitsgang erzeugt werden.

Es versteht sich von selbst, daß in der beschriebenen Weise nicht nur geradlinige, sondern auch gekrümmte Kunststoffschnittflächen geglättet oder profiliert werden können. Dabei kann es je nach der Lage des Einzelfalls zweckmäßiger sein, die Kunststoffschnittfläche an dem fest angeordneten Werkzeug entlangzuführen oder das Werkzeug um das festgespannte Werkstück herumzuführen. Wenn die zu bearbeitende Fläche oder Kante eine komplizierte Gestalt hat, werden weder das Werkzeug noch das Werkstück fest angeordnet, sondern man drückt das Werkzeug mit definierter Federkraft an die bewegte Kunststofffläche an.

Um die Wandung eines Bohrlochs nach dem Verfahren der Erfindung zu glätten, ist es grundsätzlich möglich, ein zylindrisches Werkzeug, dessen Durchmesser kleiner als der des Bohrlochs ist, in einer kreisförmigen Bewegung an der Wandung des Bohrlochs entlangzuführen. Ein solches Verfahren ist jedoch nur bei extrem großen Bohrlöchern oder in dem Fall, daß gleichzeitig eine im Bohrloch umlaufende Nut oder ein Gewinde eingeschnitten werden soll, zweckmäßig. In allen anderen Fällen ist es vorteilhafter, in das Bohrloch kurzzeitig ein heißes Werkzeug einzuführen, dessen Durchmesser geringfügig größer als der des Bohrlochs ist. Das Bohrloch wird dann gleichzeitig auf den Durchmesser des Werkzeugs aufgeweitet und auf Hochglanz geglättet. Auf diese Weise können sowohl durchgehende Bohrungen als auch Sacklöcher geglättet werden. Im letzteren Fall soll das Werkzeug auch im Bereich des Bodens der Form des Bohrlochs angepaßt sein. Durch Verwendung eines prismatischen Werkzeugs mit beispielsweise dreieckigem, viereckigem oder sechseckigem Querschnitt lassen sich Löcher von jeder gewünschten Gestalt, wie Dreikant-, Vierkant- oder Sechskantlöcher, erzeugen. Die Querschnittsfläche des Werkzeugs soll dabei den freien Querschnitt des ursprünglichen runden Bohrlochs voll überdecken. Durchgehende Löcher lassen sich in dieser Weise noch leichter bearbeiten, wenn das Werkzeug konisch bzw. kegelig zugespitzt ist. Die Berührungsdauer zwischen Werkzeug und Kunststoff liegt bei dieser Art der Behandlung von Bohrlöchern in der Größenordnung von Sekunden. Bei ausreichender Wärmekapazität braucht das Werkzeug während des Bearbeitungsvorgangs nicht mehr beheizt zu werden. Es genügt, wenn es kurz vor dem Einsenken in das Bohrloch — beispielsweise mit einer Gasflamme — auf die gewünschte Temperatur gebracht wird.

#### Beispiele

1. Die Sägeschnittfläche einer 5 mm dicken Platte aus hochmolekularem Acrylglas wird mit einer konstanten Geschwindigkeit von 2,6 cm/sec an einem etwa 900° C heißen Metallrohr entlanggeführt, das mit einer konstanten Kraft von 5 N an die Schnittfläche gedrückt wird. Das aus einem zunderfreien Metall bestehende Rohr hat eine Länge von 70 mm und einen Außendurchmesser von 15 mm. Im Inneren des Rohrs befindet sich eine 2 Zoll lange Heizpatrone (230 V,

400 W) mit einem Durchmesser von  $\frac{1}{2}$  Zoll. Durch einen vorgeschalteten Schiebetransformator wird die Temperatur des Metallrohrs auf etwa 900° C eingestellt.

In der gleichen Weise wurden Schnittflächen von Platten aus extrudiertem Acrylglas, einem Acrylnitril - Methylmethacrylat - Mischpolymerisat, Polycarbonat, Polyamid und Polystyrol geglättet.

2. In einen Block aus Acrylglas wird ein etwa 18 mm tiefes Loch mit einem 8,5 mm dicken, für Kunststoff zugeschliffenen Wendelbohrer gebohrt und der Boden des Bohrlochs mit einem plangeschliffenen Bohrer gleichen Durchmessers nachgebohrt. Anschließend führt man einen elektrisch auf etwa 800° C geheizten Glühstab (8,5 mm Durchmesser im kalten Zustand) aus

zunderfreiem Metall unter leichtem Druck kurzzeitig zentrisch in das Bohrloch. Um eine genaue Führung zu erreichen, ist es zweckmäßig, das Werkstück auf der Ständerbohrmaschine nach dem Bohren eingespannt zu lassen, den Glühstab wärmeisoliert in das Bohrfutter einzuspannen und für das Einfahren des Glühstabs den Hub der Ständerbohrmaschine bei nicht rotierender Bohrerspindel zu benutzen.

3. In eine etwa 20 mm dicke Scheibe aus Acrylglas wird ein Loch mit einem Durchmesser von 7,5 mm gebohrt. In das Loch wird ein auf etwa 800° C elektrisch geheizter, zunderfreier, 40 mm langer Vierkantbolzen mit quadratischem Querschnitt von 8 × 8 mm unter leichtem Druck eingeführt. Der Bolzen ist am vorderen Ende etwas angespitzt.